LAS HEPÁTICAS DE SANTA MARÍA (BOYACÁ, COLOMBIA) Y ALREDEDORES

The liverworts of Santa María (Boyacá, Colombia) and surrounding area

Iván Barbosa-C.
Jaime Uribe-M.
Laura Campos
Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Bogotá, D.C., Colombia. idbarbosac@yahoo.es; juribem@unal.edu.co; lvcamposs@unal.edu.co

RESUMEN

El presente trabajo registra 90 especies de hepáticas, pertenecientes a 48 géneros y 18 familias; 73 son de hábito folioso y 17 son talosas. La familia con mayor cantidad de géneros y especies es Lejeuneaceae, con 20 y 30 respectivamente. Se encontraron 63 nuevos registros para Boyacá. El sustrato con mayor cantidad de especies es roca con 46, seguido por corteza con 43. Se analizó la composición florística por franjas altitudinales, se encontró que cada una está bien diferenciada de las demás.

Palabras clave. Boyacá, diversidad, franja altitudinal, hepáticas, Santa María.

ABSTRACT

Ninety species of liverworts are reported. They include 48 genera and 18 families; 73 of these are leafy liverworts and 17 are thalloid. The family with the greatest number of genera and species is the Lejeuneaceae, with 20 and 30 respectively. Sixty three new records were found for Boyacá. The greatest number of species (46) were collected on rocks, followed by those on bark. Floristic composition of the altitudinal belts showed that each belt has a very distinct brioflora.

Key words. Altitudinal belt, Boyacá, diversity, liverworts, Santa María.

INTRODUCCIÓN

Las hepáticas son plantas no vasculares (Ligrone *et al.* 2000) que históricamente han sido ubicadas junto a los musgos y los anthocerotales dentro del grupo de los briófitos; actualmente se consideran un grupo independiente como División Marchantiophyta (Crandall-Stolter & Stotler 2000). Se estima que hay ca. 6000 especies de hepáticas en el mundo, de las cuales 1350 en 188 géneros se registran para el Neotrópico. La mayor cantidad de endemismos en cuanto a géneros está en el norte de los Andes, de los cuales Colombia hace parte (Gradstein *et al.* 2001). Nuestro país posee cerca del 60% de las especies neotropicales y alrededor de una sexta parte de las hepáticas del mundo (Uribe & Gradstein 1998). La diversidad de hepáticas es mayor en la franja altitudinal comprendida entre los 2000 y 3000 m, sin embargo, existe una gran cantidad de especies ubicadas por debajo de los 500 m, a pesar de que tradicionalmente se ha pensado que las tierras bajas tropicales son pobres en cuanto a briófitos se refiere si se les compara con zonas de mayor altitud (Uribe & Gradstein 1998). Por lo anterior, es necesario realizar un mayor número de investigaciones en éstas áreas, particularmente en las ubicadas hacia la vertiente oriental de la cordillera de los Andes (Gradstein *et al.* 2001).

El Departamento de Boyacá se encuentra localizado en la región andina, y tiene una superficie de 23189 km^2. Actualmente para Boyacá se registran 139 especies de hepáticas (Uribe & Gradstein 1998) aunque la mayor parte de éstas corresponden a colecciones realizadas en bosques de tierras altas y páramos, las zonas bajas del departamento han sido poco exploradas. Entre estas zonas se encuentra el municipio de Santa María, localizado en el suroriente del departamento, la cabecera municipal se encuentra a una altitud de 850 m, a los 4°52'N y 73°16'W (Anónimo 1977). Esta área corresponde a un bosque muy húmedo tropical (Bmh-T), de acuerdo con el sistema de clasificación de Holdridge (Espinal & Montenegro 1963). La temperatura media es de 24 °C y la precipitación anual es de 4740 mm, favorecida por los vientos alisios que provienen de los Llanos Orientales. La interacción de éstos con la topografía hace de la zona un enclave con alta humedad (Espinal & Montenegro 1963). Hidrográficamente destacan los ríos Bata, Lengupá y Guavio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron las colecciones de hepáticas de la zona realizadas entre 2000 y 2005 por Jaime Uribe (JUM), Jaime Aguirre (JAC), Laura Campos (LVC) e Iván Barbosa (IBC). Todo el material estudiado se encuentra depositado en el Herbario Nacional Colombiano (COL). Para la determinación de los ejemplares a género se utilizaron las claves de Uribe & Aguirre (1997) y de Gradstein *et al.* (2001).

La determinación a especie se llevó a cabo empleando bibliografía especializada de cada género. Para cada ejemplar determinado se anotó altitud y sustrato, y se hizo un inventario de familias, géneros y especies. Los datos de altitud se usaron para ubicar a los ejemplares en franjas altitudinales, según la propuesta de Frahm & Gradstein (1991), así, Bosque Tropical Bajo (BTB) entre 0-500 m, Bosque Tropical Submontano (BTSM) entre 500-1400m, Bosque Tropical Montano Bajo (BTMB) entre 1400-2000m y Bosque Tropical Montano Alto (BTMA) entre 1400-2000m. Se elaboraron histogramas del número de especies por franja altitudinal y sustrato, y se llevó a cabo un análisis de similitud de Sorensen entre franjas altitudinales, usando el programa PAST v. 1.30.

RESULTADOS

Se revisaron 372 colecciones, de las cuales 299 se determinaron hasta especie y 73 solo hasta género, éstas últimas de los géneros *Plagiochila* (51 ejemplares), *Lejeunea* (19 ejemplares), *Taxilejeunea* (2 ejemplares) y *Frullania* (1 ejemplar). No se pudo llegar a nivel específico debido a la falta de bibliografía y claves adecuadas para Colombia, o en algunos casos, porque el material se encuentra en un estado que no permite su determinación.

Se encontraron 90 especies de hepáticas pertenecientes a 48 géneros y 18 familias. Esto corresponde al 11% de especies, 35% de géneros y 50% de familias registradas para Colombia (Uribe & Gradstein 1998). Del total de especies, 73 (81%) son de hábito folioso y 17 (19%) son talosas. La familia con mayor número de géneros es Lejeuneaceae con 20 (22%), seguida por Lepidoziaceae con cinco (5%) y Lophocoleaceae con tres (2%) (Figura 1). En cuanto al número de especies por familia, de nuevo Lejeuneaceae ocupa el primer lugar con 30 (33%), seguida por Frullaniaceae con once (11%) y Lepidoziaceae con nueve (10%) (Figura 2).

De los géneros encontrados, *Frullania* es el que presenta mayor número de especies con 10 (11%), seguido por *Riccardia* con 5 (5%) y *Drepanolejeunea*, *Chiloscyphus* y *Metzgeria* con 4 cada uno (4%) (Tabla 1).

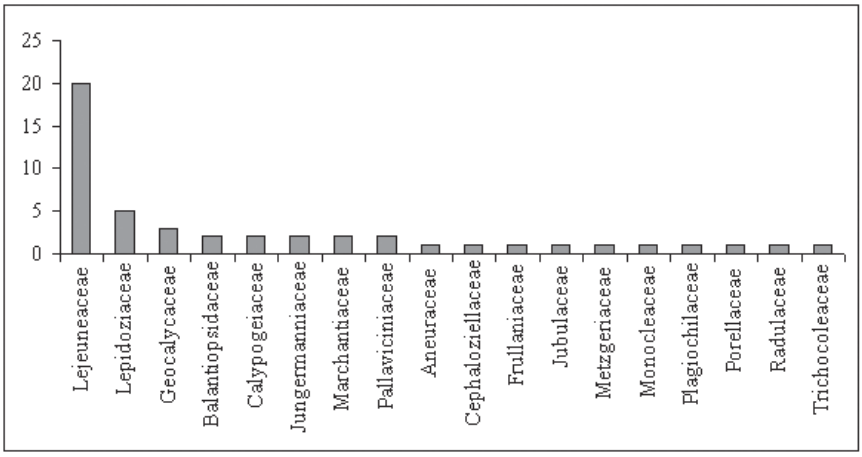

Figura 1. Número de géneros por familia.

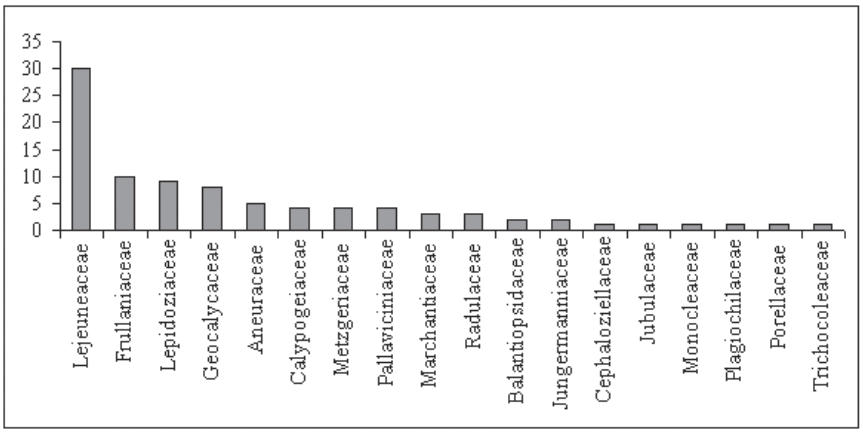

Figura 2. Número de especies por familia.

Campos & Uribe-M. (2006) presentan como registros nuevos para Colombia a seis especies de Santa María, las cuales son: *Bazzania spruceana* Steph., *Cheilolejeunea comans* (Spruce) Schust., *Drepanolejeunea ramentifolia* Steph., *Frullania confertiloba* Steph., *Lejeunea monimiae* (Steph.) Steph. y *Lejeunea raddiana* Lindenb. Para el departamento de Boyacá, por su parte, se hacen 63 nuevos registros (Tabla 1).

Adicionalmente, se encontraron cinco especies con algún grado de amenaza, registradas como vulnerables por Uribe (2002), estas son *Cephaloziopsis intertexa* (Gott.) Schust., *Heteroscyphus thraustus* (Spruce) Fulf., *Jubula bogotensis* Steph., *Drepanolejeunea spinosa* Herz. y *Porella leiboldii* (Lehm.) Trevis.

Para el análisis de la distribución altitudinal de las especies, se siguió la propuesta de zonación de Frahm & Gradstein (1991). Los resultados muestran que el mayor número de especies se concentra en el bosque tropical submontano (BTSM) con 53, seguido por el bosque tropical montano bajo (BTMB) con 41, bosque tropical montano alto (BTMA) con 23 y bosque tropical bajo (BTB) con 14. (Figura 3).

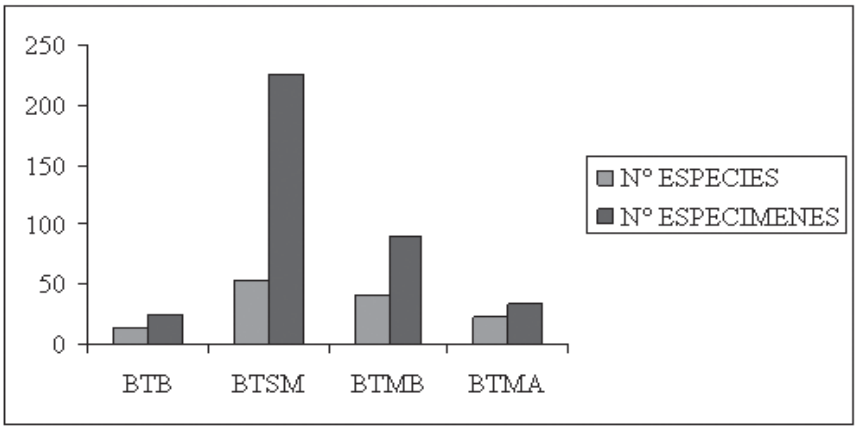

Figura 3. Número de especies y especímenes por franja altitudinal.

Tabla 1. Listado de familias, géneros y especies encontrados. Convenciones: F: foliosa; T: talosa; Co: corteza; Ep: epífila; Md: materia en descomposición; Ro: roca; Su: suelo; B: nuevo registro para Boyacá.

TAXÓN	EJEMPLARES	ALTURA	HÁBITO	SUSTRATO	N. REG.
Aneuraceae					
Riccardia amazonica (Spruce) Schiffn.	JUM 3586	700-700	T	Md	B
Riccardia crassicaulis (Steph.) Meenks & De Jong	JUM 4161, 4172, 4180	1650-1800	T	Md, Ro	B
Riccardia lepidomitra (Spruce) Gradst.	JUM 4181, 4202	1650-1720	T	Md, Ro	B
Riccardia leptophylla (Spruce) Herz.	JAC 12919, 13010	500-800	T	Ro	B
Riccardia pallida (Spruce) Meenks & De Jong	IBC 115	1300	T	Ro	
Balantiopsidaceae					
Isotachis serrulata (Sw.) Gott.	IBC 120; LVC 299, 300, 301	1310	F	Ro	
Neesioscyphus argillaceus (Nees) Grolle	IBC 76; JAC 13057; LVC 236, 303	450-1370	F	Ro, Su	B
Calypogeiaceae					
Calypogeia miquelii Mont.	JUM 3590	700	F	Ro	B
Calypogeia peruviana Nees & Mont.	IBC 117	1300	F	Ro	
Calypogeia rhombifolia (Spruce) Steph.	IBC 90; JUM 3616	400-600	F	Ro	B
Mnioloma cyclostipa (Spruce) Schust.	IBC 105, 111	1300	F	Ro	B
Cephaloziellaceae					
Cephaloziopsis intertexta (Gott.) Schust.	IBC 63; JAC 12870; LVC 257	850-900	F	Ro	B
Frullaniaceae					
Frullania arecae (Spreng.) Gott.	JUM 4100	2650-2910	F	Md	B
Frullania atrata (Sw.) Nees	JUM 4073, 4091, 4092, 4209	1520-2910	F	Co, Ro	B
Frullania bogotensis Steph.	JUM 3633	700	F	Md	B
Frullania brasiliensis Raddi	JUM 4078, 4080, 4085, 4090, 4098, 4118, 4120, 4122, 4205	1520-2910	F	Co, Md, Ro	

TAXÓN	EJEMPLARES	ALTURA	HÁBITO	SUSTRATO	N. REG.
Frullania caulisequa (Nees) Nees	JAC 13028; JUM 3606, 3631, 3634, 4095	500-2910	F	Co, Ro	B
Frullania confertiloba Steph.	JUM 3593	700	F	Co	
Frullania ecuadorensis Steph.	IBC 106; JAC 12887, 12911, 13035, 13041, 13058; JUM 3605, 3607, 3618; LVC 219, 304, 308	700-1250	F	Co, Su, Md, Ro	B
Frullania gibbosa Nees	JAC 12911; LVC 304	800-850	F	Co	B
Frullania intumescens (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	JUM 4112, 4131	1700-2910	F	Co	B
Frullania macrocephala (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	JUM 4088	2650-2910	F	Ro	B
Jubulaceae					
Jubula bogotensis Steph.	JUM 4124	2650-2910	F	Md	B
Jungermanniaceae					
Jungermannia callithrix Lindenb. & Gott.	JUM 4155	1700-1800	F	Ro	
Nardia succulenta (Rich. ex Lehm.) Spruce	IBC 94, 133, 134; LVC 302	450-1400	F	Su, Ro	
Lejeuneaceae					
Acrolejeunea torulosa (Lehm. & Lindenb.) Schiffn.	IBC 91, 92; LVC 266, 308	400-800	F	Co	B
Anoplolejeunea conferta (Meissn.) Evans	JAC 12907, 13019; JUM 4063, 4154	500-1910	F	Co	B
Bryopteris filicina (Sw.) Nees	IBC 151; JAC 12855, 12902, 12922, 12992, 13021, 13030; JUM 3592, 3625, 4094, 4107, 4193, 4204; LVC 305	500-2910	F	Co	B
Caudalejeunea lehmanniana (Gott.) Evans	IBC 71; JUM 3630, 3636; LVC 252	700-900	F	Co, Ro	
Ceratolejeunea cornuta (Lindenb.) Schiffn.	JAC 12873, 12935, 12936, 12938, 12983, 13009, 13016, 13027; JUM 3594, 3607, 3632, 3633, 3635, 4079; LVC 250	500-1910	F	Co, Ep, Md, Ro	B
Ceratolejeunea cubensis (Mont.) Schiffn.	IBC 80; JAC 12864, 12994; JUM 4164, 4190	450-1800	F	Co, Md	B
Ceratolejeunea fallax (Lehm. & Lindenb.) Bonner	JAC 12887	850	F	Co	B
Cheilolejeunea comans (Spruce) Schust.	JAC 13018, 13027; JUM 3628	500-800	F	Co	
Cheilolejeunea fragantissima (Spruce) Schust.	IBC 71, 73, 88, 96; JAC 12887, 12897/2, 12932, 12935, 12937, 13013; JUM 3629, 3631	450-1300	F	Co, Md, Ro	B
Cheilolejeunea rigidula (Mont.) Schust.	JAC 12898	850	F	Co	B
Cyclolejeunea peruviana (Lehm. & Lindenb.) Evans	JUM 4200	1650-1720	F	Ep	B
Dicranolejeunea axillaris (Nees & Mont.) Schiffn.	IBC 104, 108; JAC 13048	1000-1300	F	Co, Ro	
Diplasiolejeunea pellucida (Meissn.) Schiffn.	JUM 4170	1700-1800	F	Ep	B

TAXÓN	EJEMPLARES	ALTURA	HÁBITO	SUSTRATO	N. REG.
Diplasiolejeunea rudolphiana Steph.	JUM 4083	1640	F	Ep	B
Drepanolejeunea biocellata Evans	JUM 4083, 4137	1640-1800	F	Ep, Md	B
Drepanolejeunea campanulata (Spruce) Schust.	JUM 4129	2650-2910	F	Ep	B
Drepanolejeunea ramentifolia Steph.	IBC 153; JUM 4163	850-1800	F	Ep	
Drepanolejeunea spinosa Herz.	JUM 4194	1650-1720	F	Ep	B
Lejeunea flava (Sw.) Nees	IBC 66; JAC 12851, 12889, 12936, 12937, 12938, 12983; LVC 241, 247	700-860	F	Co, Su, Ro	B
Lejeunea monimiae (Steph.) Steph.	JUM 4166	1700-1800	F	Ep	
Lejeunea raddiana Lindenb.	JAC 12897, 12897/2, 12934; JUM 4139	700-1800	F	Co, Ep	
Lopholejeunea nigricans (Lindenb.) Schiffn.	JUM 3603, 4106	700-2910	F	Ep, Ro	B
Marchesinia robusta (Mitt.) Schiffn.	IBC 101	1300	F	Co	B
Neurolejeunea breutelii (Gott.) Evans	JAC 12938	700	F	Co	B
Odontolejeunea lunulata (Web.) Schiffn.	IBC 153; JAC 12990; JUM 3609, 4160, 4179; LVC 306	700-1800	F	Ep	B
Omphalanthus filiformis (Sw.) Nees	IBC 128; JUM 3635, 4072; LVC 248	700-1910	F	Co, Md, Ro	
Prionolejeunea denticulata (Web.) Schiffn.	JUM 4106	2650-2910	F	Ep	
Symbiezidium transversale (Sw.) Trevis.	JAC 12934; JUM 3626	700	F	Co	B
Taxilejeunea pterigonia (Lehm. & Lindenb.) Schiffn.	JUM 4123	2650-2910	F	Co	
Trachylejeunea decurviloba (Steph.) X.-l. He & Grolle.	JUM 4152	1700-1800	F	Co	B
Lepidoziaceae					
Bazzania gracilis (Hampe & Gott.) Steph.	JUM 4058, 4064, 4065, 4150, 4192	1520-1910	F	Co, Md	B
Bazzania jamaicensis (Lehm. & Lindenb.) Trevis.	JUM 4077, 4084, 4201	1520-1910	F	Ro	
Bazzania spruceana Steph.	JUM 4119	2650-2910	F	Ro	
Kurzia capillaris (Sw.) Grolle	JAC 13061; JUM 4076, 4153	1000-1800	F	Co, Su, Ro	
Lepidozia lindigiana Steph.	JUM 4151	1700-1800	F	Ro	B
Lepidozia patens Lindenb.	JUM 4059, 4060	1520-1910	F	Co	B
Lepidozia reptans (L.) Dum.	JUM 4210	1650-1720	F	Md	B
Micropterygium lechleri Reim.	IBC 74, 89, 93; JAC 13052, 13063; LVC 290	450-1200	F	Co, Ro	B
Telaranea nematodes (Gott. ex Aust.) Howe	IBC 81; JAC 13002	450-800	F	Co, Ro	
Lophocoleaceae					
Heteroscyphus marginatus (Steph.) Fulf.	JUM 4074	1520-1910	F	Co, Ro	B
Heteroscyphus thraustus (Spruce) Fulf.	JUM 4140, 4145	1700-1800	F	Md	B
Leptoscyphus amphibolius (Nees) Grolle	JUM 4068, 4095a, 4096, 4146, 4165	1520-2910	F	Co, Md, Ro	
Leptoscyphys porphyrius (Nees) Grolle	JUM 4117	2650-2910	F	Md	
Chiloscyphus connatus (Sw.) Engel & Schust.	JUM 4086, 4189	1520-1720	F	Md	B

TAXÓN	EJEMPLARES	ALTURA	HÁBITO	SUSTRATO	N. REG.
Chiloscyphus leptanthus (Hook. f. & Tayl.) Engel & Schust.	JUM 4188	1650-1720	F	Md	B
Chiloscyphus martianus (Nees) Engel & Schust.	IBC 69, 117; JUM 3624, 4134, 4191; LVC 256	700-1800	F	Md, Ro	B
Chiloscyphus proteus (Herz.) Engel & Schust.	IBC 110; JAC 12860	850-1300	F	Co, Ro	B
Marchantiaceae					
Dumortiera hirsuta (Sw.) Nees	JAC 12918, 12998, 13001, 13004, 13007, 13011, 13020; JUM 3587, 3600, 4110, 4184	500-2910	T	Su, Ro	B
Marchantia chenopoda L.	IBC 97, 109, 127, 136; JAC 12939; JUM 3588, 3621; LVC 263	700-1400	T	Ro	
Marchantia polymorpha L.	JUM 4102, 4114	2650-2910	T	Ro	
Metzgeriaceae					
Metzgeria albinea Spruce	JUM 4105, 4132, 4133, 4143	1700-2910	T	Co, Ro	B
Metzgeria mexicana Steph.	JUM 4148	1700-1800	T	Co	B
Metzgeria polytricha Spruce	JUM 4173	1650-1720	T	Md	
Metzgeria rufula Spruce	JAC 12957, 13030; JUM 3601, 3619, 3620, 3629	500-860	T	Co, Md	B
Monocleaceae					
Monoclea gottschei Lindenb.	JAC 12878; JUM 3615, 4082, 4099; LVC 298	500-2910	T	Co, Ro	B
Pallaviciniaceae					
Pallavicinia lyellii (Hook.) Carruth.	IBC 83, 87; JUM 4075, 4167; LVC 278	400-1800	T	Ro	B
Symphyogyna aspera Steph.	IBC 114, 117, 121, 145; JAC 12923, 13002; JUM 3584, 3585, 4121, 4203	500-2910	T	Ro	B
Symphyogyna brasiliensis Nees	IBC 125, 131	1310-1400	T	Md, Ro	
Symphyogyna brongniartii Mont.	IBC 116, 119, 129; JUM 4103, 4115, 4116, 4158	1300-2910	T	Su, Ro	B
Plagiochilaceae					
Plagiochila aerea Tayl.	JUM 4126a	2650-2910	F	Co	B
Porellaceae					
Porella leiboldii (Lehm. & Lindenb.) Trevis.	IBC 146; JAC 12986, 13067; LVC 307	850-1200	F	Co, Ro	B
Radulaceae					
Radula gottscheana Tayl.	JAC 12984	860	F	Co	B
Radula kegelii Gott.	JUM 3622	700	F	Co	B
Radula voluta Tayl.	IBC 96, 118, 148	850-1300	F	Co	
Trichocoleaceae					
Trichocolea uleana Steph.	JUM 4127	2650-2910	F	Ro	B

El análisis de similitud entre franjas por presencia-ausencia de especies (Índice de Sorensen), muestra que las franjas no se asemejan mucho entre sí en cuanto a composición florística. Entre ellas se distinguen dos agrupamientos, uno entre el BTB y el BTSM, y otro entre el BTMB y el BTMA. (Figura 4). Estos agrupamientos se dan por la técnica, métodos del grupo par, usada en el análisis.

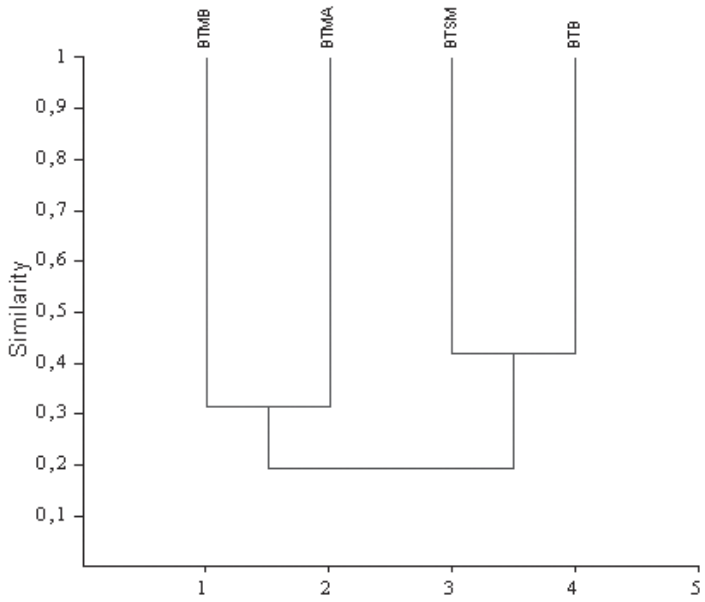

Figura 4. Agrupamiento de similitud de Sorensen para las franjas altitudinales.

Respecto al sustrato, se encontró el mayor número de especies sobre roca (46; 51%), seguido por la corteza de árboles y ramas (43; 48%) y materia en descomposición (24; 26%). (Figura 5). Es necesario aclarar que muchas hepáticas crecen en dos sustratos, otras lo hacen incluso en tres, y los ejemplares de *Plagiochila* que no se pudieron determinar, fueron encontrados en cuatro (roca, suelo, materia orgánica en descomposición y corteza de árboles). Por otro lado, la figura también muestra el número de especies que crecen exclusivamente en cada sustrato, siendo roca y corteza los que presentan un mayor número (20 cada uno, el 22%). No se encontró ninguna especie exclusiva del suelo.

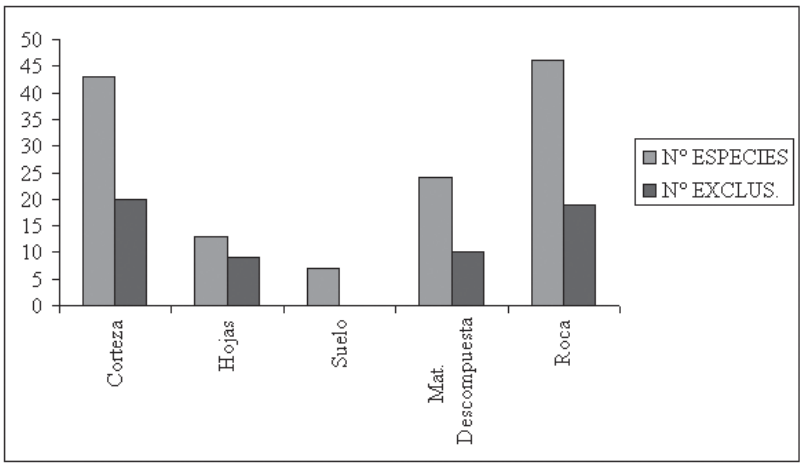

Figura 5. Número de especies y número de especies exclusivas por sustrato.

DISCUSIÓN

Los resultados a nivel de familia y género muestran una clara dominancia de la familia Lejeuneaceae sobre el resto de grupos. Esto concuerda con lo reportado en la literatura para las tierras bajas tropicales (Uribe & Gradstein 1998, Gradstein *et al.* 2001, Pinzón *et al.* 2003). Esta familia tuvo su representación más amplia en las franjas BTSM y BTMB, disminuyendo en las franjas BTB y BTMA. A pesar de ser tan abundantes, falta bastante por conocer sobre esta familia en nuestro país; como muestra, se observa que de los seis registros nuevos para Colombia reportados por Campos & Uribe-M. (2006), cuatro son lejeuneáceas.

El número de especies encontradas en la zona es significativamente alto, si se tiene en cuenta que el área de muestreo es pequeña comparada con el departamento. Aun a pesar de esto, la representación de los taxones actualmente reportados en Colombia en Santa María es importante, sobre todo a nivel de familia. Esta gran riqueza puede ser explicada por la topografía, el amplio gradiente altitudinal cubierto, la alta humedad ambiental y la oferta de sustratos y microambientes tales como: pendientes sombreadas, concavidades en la corteza de los árboles o en las paredes de las rocas. Es importante notar que las listas de especies de hepáticas para Boyacá, presentados en trabajos anteriores (Uribe & Gradstein 1998) han sido elaborados con registros y ejemplares ubicados solo en ciertas localidades del departamento, mientras que la zona del piedemonte llanero ha sido muy poco explorada (Gradstein *et al.* 2001). Como muestra de lo anterior, durante la realización de otros catálogos en distintas zonas del país, el número de especies de hepáticas ha aumentado considerablemente para dichas zonas cuando se ha realizado la misma comparación anterior (Orrego & Uribe-M. 2004).

En cuanto a la distribución altitudinal, los resultados obtenidos difieren parcialmente de lo que había sido reportado por Frahm & Gradstein (1991). Si bien se ha indicado que las altitudes intermedias (1500-2800 m) ostentan la mayor diversidad de briófitos (Frahm & Gradstein 1991, Uribe & Gradstein 1998), en este estudio se encontró que hay una mayor riqueza de especies en la franja BTSM (entre 500 y 1400m), seguido por la franja BTMB (entre 1400 y 2000m). Existen limitaciones para el establecimiento de briófitos en los bosques de tierras bajas, siendo la luz uno de los más importantes (Orrego 2000). La densidad del dosel en este tipo de bosques limita la cantidad de luz que puede llegar hacia los estratos más bajos. Sin embargo, las condiciones locales pueden hacer variar el esquema de zonación altitudinal propuesto (Frahm & Gradstein 1991), de hecho, pueden hacer que los límites de las diferentes franjas varíen considerablemente. La zona recibe los vientos húmedos que vienen desde el Este, lo cual favorece una alta humedad ambiental y fuertes precipitaciones que contribuyen a que el agua no sea un factor limitante para el crecimiento de los briófitos. Esto puede crear condiciones favorables para el desarrollo de una flora de hepáticas más diversa de lo esperado en zonas de baja montaña. No obstante, los resultados obtenidos deben tomarse con cierta precaución, ya que pueden estar sesgados por la diferencia en la intensidad del muestreo en las diferentes franjas.

La baja similitud encontrada entre cada una de las distintas franjas estudiadas muestra que éstas están bien definidas , y que sus límites son relativamente claros, dado que no comparten entre sí una gran cantidad de elementos florísticos.

Es interesante notar la gran cantidad de especies que fueron encontradas creciendo sobre roca, si se tiene en cuenta que una parte importante de las zonas en las que se realizaron colecciones corresponden

a bosques que han sufrido algún tipo de intervención, y que al tener partes con claros, reciben mayor radiación solar que las áreas que han sido poco intervenidas o que no lo han sido en absoluto. Particularmente, se pueden encontrar muchas hepáticas al borde del camino, las cuales están adaptadas para tolerar la desecación y la radiación solar directa. (Gradstein *et al.* 2001). La corteza de los árboles por su parte, a pesar de tener una menor cantidad de hepáticas, posee un mayor número de especies "exclusivas" que el sustrato roca (Figura 5), en otras palabras, la relación de especies que ocupan únicamente la madera viva con respecto a todas las que la ocupan es mayor que la misma proporción hecha en el sustrato roca. De lo anterior se infiere la importancia de los árboles en el mantenimiento de la diversidad de hepáticas, no solo por el efecto indirecto que tienen sobre las condiciones del ambiente, sino también por su acción directa como sustrato de crecimiento para muchas especies exclusivas. El suelo y la materia descompuesta (principalmente ramas y troncos caídos), poseen un número de especies considerablemente menor que la roca y la corteza de los árboles; de hecho, es de notar el que no hay ninguna especie que crezca de forma exclusiva sobre el suelo. Una de las causas que puede llevar a este resultado es el hecho de que la luz en los estratos más bajos del bosque se ve muy disminuida por la sombra que produce el dosel de los árboles (Frahm & Gradstein 1991), de manera que la riqueza de hepáticas que crece sobre el suelo de los bosques de tierras bajas no es muy alta. Por otra parte, en áreas cuya cobertura vegetal ha sido más alterada, como los bordes de caminos, las carreteras o los claros en medio del bosque, las condiciones para el crecimiento de briófitos no son muy adecuadas, debido a que la exposición prolongada de radiación solar tiene un impacto muy negativo sobre una gran cantidad de especies que no son tolerantes al sol (Acebey *et al.* 2003).

AGRADECIMIENTOS

El primer autor desea expresar su agradecimiento a Jaime Aguirre-C., por su colaboración en la fase de campo, y a Édgar Linares y Maribel Pinzón por sus ideas y aportes para la elaboración del manuscrito. A dos evaluadores anónimos quienes con sus comentarios mejoraron sustancialmente el manuscrito.

LITERATURA CITADA

Anónimo. 1977. Estudio general de suelos del Valle de Tenza, región de Lengupá y municipio de Pesca, departamento de Boyacá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá.

Campos, L. V. & J. Uribe-M. 2006. Additions to the catalogue of Hepaticae and Anthocerotae of Colombia. Criptogamie, Bryologie 27(4) : 499-510

Crandall-Stotler, B. & R. E. Stotler. 2000. Morphology and classification of the Marchantiophyta. En : Shaw, A. J. & B. Goffinet (eds.) Bryophyte Biology. Cambridge University Press.

Espinal, T. S. & M. E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá.

Frahm, J. P. & S. R. Gradstein. 1991. An altitudinal zonation of tropical rain forests using bryophytes. Journal of Biogeography 18: 669-678.

Gradstein, S. R., G. B. A. van Reenen & D, Griffin III. 1989. Species richness and origin of the bryophyte flora of the Colombian Andes. Acta Botanica Neerlandica 38 (4): 439-448.

Gradstein, S. R., S. P. Churchill & N. Salazar-A. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. Memoirs of the New York Botanical Garden 86: 1-573.

Gradstein, S. R. & D. Pinheiro da Costa. 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. Memoirs of the New York Botanical Garden 87: 1-318.

Ligrone, R., J. G. Duckett & K. S. Rensaglia. 2000. Conducting tissues and phyletic relationships of bryophytes. Philosophical Transactions Royal Society, London B 355:795-813.

Orrego, O. 2000. Diversidad de briófitos en bosques relictuales de la zona cafetera del Departamento del Quindío. Trabajo de Grado (Inédito). Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Orrego, O. & J. Uribe-M. 2004. Hepáticas (Marchantiophyta) del departamento del Quindío, Colombia. Biota Colombiana 5 (2): 209-216.

Pinzón, M., E. Linares & J. Uribe-M. 2003. Hepáticas del Medio Caquetá (Amazonía colombiana). Caldasia 25 (2): 297-311.

Uribe-M., J. & J. Aguirre-C. 1997. Clave para los géneros de hepáticas de Colombia. Caldasia 19 (1-2): 13-27.

Uribe-M., J. & S. R. Gradstein. 1998. Catalogue of the Hepaticae and Anthocerotae of Colombia. Bryophytorum Bibliotheca 53: 1-99.

Uribe-M., J. 2002. Hepáticas. En: Libro rojo de briófitas de Colombia. Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D.C.

Van Reenen, G. B. A. & S. R. Gradstein. 1983. A transect analysis of the bryophyte vegetation along an altitudinal gradient on the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Acta Botanica Neerlandica 32(3): 163-175.

Vasco-P., A. M., R. Cobos-A. & J. Uribe-M. 2002. Las hepáticas (Marchantiophyta) del Departamento del Chocó, Colombia. Biota Colombiana 3(1): 149-162.

Recibido: 10/10/2006
Aceptado: 22/05/2007